

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS MUTU DAN BIAYA BETON BERPORI  
MENGUNAKAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET  
UNTUK TROTOAR**



**Disusun Oleh :**

**NURFITRI ANGGRAENI H**

**H75216044**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Nurfitri Anggraeni H

NIM : H75216044

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul “ANALISIS MUTU DAN BIAYA BIAYA BETON BERPORI MENGGUNAKAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET UNTUK TROTOAR”. Apabila suatu saat nanti saya terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 17 Juli 2020

Yang menyatakan



(Nurfitri Anggraeni H)

H75216044

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh :

NAMA : NURFITRI ANGGRAENI H

NIM : H75216044

JUDUL : ANALISIS MUTU DAN BIAYA BETON BERPORI  
MENGUNAKAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET UNTUK  
TROTOAR

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 17 Juli 2020

Dosen Pembimbing I



Yusrianti, M.T

NIP. 198210222014032001

Dosen Pembimbing II



Amrullah, M.Ag

NIP. 197309032006041001

## PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Nurfitri Anggraeni.H ini telah dipertahankan

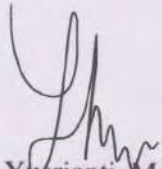
Didepan tim penguji tugas akhir

Di Surabaya, 22 Juli 2020

Mengesahkan,

Dewan Penguji

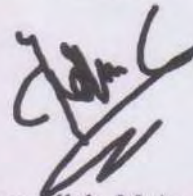
Dosen Penguji I



Yusrianti, M.T

NIP. 198210222014032001

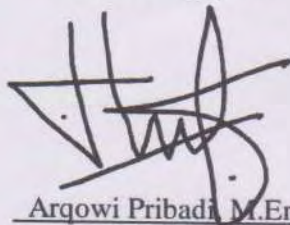
Dosen Penguji II



Amrullah, M.Ag

NIP. 197309032006041001

Dosen Penguji III



Arqowi Pribadi, M.Eng

NIP. 198701032014031001

Dosen Penguji IV




Teguh Taruna Utama, M.T

NUP. 201603319

Mengetahui,

Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Evi Fatimatur Ruswidiyah, M.Ag

NIP. 197312272005012003



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**  
**PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

---

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : NURFITRI ANGGRAENI H  
NIM : H75216044  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ TEKNIK LINGKUNGAN  
E-mail address : nurfitrianggraenih@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

ANALISIS MUTU DAN BIAYA BETON BERPORI MENGGUNAKAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PET UNTUK TROTOAR

---

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 11 Agustus 2020

Penulis

(Nurfitri Anggraeni H)



## ABSTRAK

Permasalahan sampah plastik telah menjadi masalah global. Di Indonesia penggunaan plastik mengalami peningkatan akibat beberapa faktor diantaranya banyaknya jumlah populasi manusia, perkembangan aktivitas serta perubahan kondisi gaya hidup. Plastik merupakan jenis anorganik yang tidak semua jenis ini dapat di daur ulang. Botol plastik PET tergolong barang sekali pakai. Plastik PET merupakan jenis yang dapat didaur ulang dengan mudah. Plastik PET memiliki sifat permeabilitas yang rendah, dan sifat mekanik yang baik. Material ini digunakan untuk botol plastik yang tembus pandang atau jernih dimana botol tersebut hanya untuk sekali pakai. Limbah plastik dapat menimbulkan berbagai masalah seperti pencemaran pada lingkungan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui mutu beton dengan melakukan pengujian kuat tekan dan daya serap air serta menganalisis biaya kebutuhan material beton berpori. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan pengamatan dan pengujian pada 12 benda uji dengan empat variasi yaitu BN, BC-3%, BC-6%, dan BC-9% di laboratorium. Analisa campuran beton berdasarkan SNI. Dari hasil penelitian diperoleh kuat tekan rata-rata BC-3% 8,42 Mpa, BC-6% 4,79 Mpa, BC-9% 2,56 Mpa lebih rendah dari beton normal. Hal ini menunjukkan bahwa beton tidak mencapai nilai kuat tekan rata-rata yang telah direncanakan yaitu  $f'_c$  20 Mpa. Hubungan antara daya serap air dengan porositas beton berpengaruh pada mutu beton. Dikarenakan semakin tinggi nilai porositas akan meningkatkan nilai resapan maka nilai kuat tekan akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan pada hasil beton yang menggunakan 9% campuran plastik nilai porositas 7,39%, nilai resapan 4,25% dan kuat tekan sebesar 2,18 Mpa. Sedangkan untuk beton normal menghasilkan nilai porositas sebesar 2,71%, nilai resapan sebesar 0,32% dan menghasilkan kuat tekan sebesar 24,91 Mpa. Biaya kebutuhan material beton berpori sebesar Rp880.530 lebih rendah jika dibandingkan dengan beton normal sebesar Rp885.530 berdasarkan berat volume beton. Menurut ACI 522R-10 dari hasil nilai rata-rata kuat tekan BC-3% memenuhi nilai standar kuat tekan beton berpori untuk diaplikasikan pada trotoar.

**Kata kunci :** sampah plastik, beton berpori, kuat tekan, porositas



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRCT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Ientifikasi Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Maslah.....	3
1.5 Tujuan .....	3
1.6 Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sampah.....	5
2.2 Sumber Sampah .....	5
2.3 Karakteristik Sampah .....	6
2.4 Pengelolaan Sampah .....	7
2.5 Plastik.....	9
2.6 Dampak Plastik di Lingkungan.....	12
2.7 Trotoar.....	13
2.8 Beton .....	20
2.9 Pengujian Agregat.....	30
2.10 Pengujian Slump Beton.....	31











# BAB I

## PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Persoalan sampah plastik telah menjadi masalah *global*. Penggunaan produk plastik di Indonesia secara signifikan mengalami peningkatan karena banyaknya jumlah populasi manusia, perkembangan aktivitas serta perubahan gaya hidup.

Berdasarkan data dari sekjen INPLAS (Asosiasi Industri Olefin, Aromatik, dan Plastik Indonesia) konsumsi plastik mengalami peningkatan dan pertumbuhan penggunaan sebesar 4,5 juta ton pada tahun 2015, kemudian meningkat menjadi 4,8 juta ton dan pada tahun 2016 sebesar 5,2%. Peningkatan konsumsi plastik tidak hanya dari gaya hidup manusia, melainkan adanya pertumbuhan industri makanan dan minuman karena industri tersebut menggunakan plastik sebagai kemasan produknya.

Plastik merupakan jenis anorganik yang tidak semua jenis ini dapat di daur ulang. Plastik PET memiliki sifat permeabilitas yang rendah, dan sifat mekanik yang baik. Material ini digunakan untuk botol plastik yang tembus pandang atau jernih. Botol plastik PET tergolong barang sekali pakai. Plastik PET merupakan jenis yang dapat didaur ulang dengan mudah. Dalam penelitian Henry Miller (2009) tentang penggunaan limbah plastik sebagai bahan baku beton, dapat diketahui bahwa limbah plastik dapat digunakan sebagai alternatif campuran beton tanpa efek yang merugikan.

Limbah plastik dapat menimbulkan berbagai masalah lingkungan hidup, seperti pencemaran udara, dan pencemaran air. Dalam Al-Quran telah dijelaskan terdapat larangan membuat kerusakan telah dijelaskan pada surat Al-A'raf ayat 56 :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا

Artinya : “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya.”



وَإِذَا قَامَتِ السَّاعَةُ وَبَيَّنَّ أَحَدِكُمْ فَسِيلَهُ فَاسْتَطَاعَ أَنْ يَقُومَ حَتَّى يَغْرِسَهَا  
فَالْيَغْرِسُهَا فَلَهُ بِذَلِكَ أَجْرٌ (رَوَاهُ أَحْمَدُ)

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah plastik yaitu digunakan dalam bidang konstruksi dengan mengaplikasikan cara-cara pembangunan yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan dan menggunakan limbah plastik sebagai bahan campuran.

Menurut Qurrota,dkk (2019) dari hasil penelitian yang dilakukan nilai kuat tekan paving block substitusi cacahan plastik jenis PET menghasilkan nilai rata-rata untuk setiap komposisi 0% sebesar 11,32 Mpa, komposisi 0,3% 12,31 Mpa, komposisi 0,4% sebesar 12,70 Mpa, komposisi 0,5% sebesar 14,55 Mpa dan komposisi 0,6% sebesar 11,82 Mpa.

[illegible]



1. Secara Akademis, sebagai wawasan baru yang dapat memacu para ahli dan peneliti untuk menggali dan mendalami
2. Secara Instansi, memberikan masukan dalam penyedia pelayanan dibidang insfrastruktur yang ramah lingkungan
3. Untuk Masyarakat, memberikan wawasan kepada masyarakat sampah botol plastik memiliki nilai guna dan nilai jual jika dimanffatkan dengan baik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara Akademis, sebagai wawasan baru yang dapat memacu para ahli dan peneliti untuk menggali dan mendalami
2. Secara Instansi, memberikan masukan dalam penyedia pelayanan dibidang insfrastruktur yang ramah lingkungan
3. Untuk Masyarakat, memberikan wawasan kepada masyarakat sampah botol plastik memiliki nilai guna dan nilai jual jika dimanffatkan dengan baik



Sampah yang berasal dari jasa pelayanan perkotaan bersumber dari penyapuan jalan (pembersih jalan dan trotoar), taman, lapangan, tempat rekreasi. Jenis sampah yang dihasilkan dedaunan, ranting, putung rokok, wadah cat, dan kantung semen.

Sampah ini berasal dari aktivitas pembangunan, pemugaran, perbaikan gedung, jalan, jembatan, dan lain-lain. Karena berasal dari lokasi seperti di atas maka sampah yang dihasilkan seperti potongan kayu, porselen, keramik, spesi, batu, batu-bata, genteng, dan sebagainya.

Sampah yang dihasilkan industri sesuai dengan bahan baku yang digunakan, sampah non industri termasuk sisa makanan, kertas dan sampah B3.

Menurut Dirjen Cipta Karya (1992) mengatakan bahwa sampah mempunyai karakteristik yang berbeda antara lain sebagai berikut :

Komposisi sampah terdiri dari komponen fisik seperti koran, karet, kerta, sisa makanan, kayu, plastik, kulit, logam besi dan kain tekstil. Tujuan dari pengukuran komposisi sampah adalah untuk mengetahui komposisi yang terdapat dalam sampah, sehingga dapat dilakukan pemilahan. Komposisi sampah terdiri dari dua jenis, yaitu:

Pada komponen kimia terdapat unsur Fosfor, Sulfur, Nitrogen, Hidrogen, Oksigen, Karbon, serta unsur yang terdapat pada lemak, karbohidrat, dan protein. Komposisi ini berkaitan juga terhadap pemilihan alternatif pemanfaatan dan pengolahan tanah.



Komponen ini mencakup dari besarnya presentase komponen pembentuk sampah yang tersusun dari plastik, logam, kaca, kertas, kayu dan organik.

## 2. Kadar Air Sampah

Merupakan perbandingan antara berat sampah total atau berat kering sampah dengan berat air.

### 3. Kadar Volatile

Kadar volatile merupakan jumlah zat uap yang terkandung dalam suatu sampah kering yang mengalami pemanasan dan sisanya disebut dengan kadar abu.

#### 4. Kepadatan Sampah

Menurut (Tchobanoglous, et al, 1993) kepadatan sampah merupakan berat persatuan volume. Sedangkan menurut Dirjen Cipta Karya (1992) menjelaskan bahwa kepadatan sampah diperlukan untuk mengetahui ketebalan dari lapisan sampah yang akan dibuang pada sistem sanitary landfill.

## 2.4 Pengelolaan Sampah

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 81 Tahun 2012 menyatakan bahwa “pengelolaan sampah merupakan kegiatan sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah”. Pengelolaan sampah tidak hanya tentang aspek teknis, melainkan mencakup aspek non teknis, seperti bagaimana melibatkan masyarakat penghasil limbah untuk ikut berpartisipasi secara pasif atau aktif dalam penanganan sampah, bagaimana mengorganisir, dan bagaimana pembiayaan (Damanhuri dan Padmi 2010).

Pengelolaan sampah berdasarkan UU No.18 Tahun 2008 terdiri dari dua kelompok utama pengelolaan sampah, yaitu:

a. *Waste Handling* atau Penangan Sampah, yang terbagi menjadi :

1. Pemilahan : pemisahan dan pengelompokkan sampah sesuai jumlah, sifat dan jenis sampah.



## 2.5 Plastik

Plastik merupakan salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Material plastik terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh dari proses penyulingan. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat sehingga banyak material yang dipakai terbuat dari plastik. Material plastik tidak dapat terdekomposisi secara alami, sehingga sulit untuk diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan (Jatmiko,dkk.,2018).

Plastik secara umum memiliki sifat isolasi terhadap listrik, densitas yang rendah, dan mempunyai kekuatan mekanik yang bervariasi, ketahanan terhadap kimia bervariasi, dan ketahanan terhadap suhu terbatas (Nasiri,2004). Disamping itu plastik juga mempunyai keunggulan diantaranya tahan karat, tidak mudah pecah, kuat, ringan, fleksibel, tahan karat, dan mudah dibentuk (Untoro dan Ismanto,2016).

### 2.5.1 Jenis-Jenis Plastik

Hartulistiyoso.dkk (2014) mengatakan bahwa berdasarkan jenis produknya terdapat tujuh jenis plastik, diantaranya :



### Gambar 2.1 Kode-kode bahan plastik

Sumber : Nurhenu,2013

### 1. Polyethylene Terephthalate (PET)

Jenis material plastik ini akan leleh saat pemanasan suhu 110°C. mempunyai sifat permeabilitas yang rendah, dan sifat mekanik yang baik. Material ini digunakan untuk botol plastik yang tembus pandang atau jernih dimana botol tersebut hanya untuk sekali pakai.



### Gambar 2.2 Contoh Plastik PET

Sumber : Nurhenu,2013

## 1. High Density Polyethylene (HDPE)

Jenis material ini memiliki ketahanan kimiawi yang baik dan bersifat lebih kuat, buram, keras dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Material ini digunakan pada botol-botol yang tidak diberi pigmen bersifat tembus cahaya, kaku dan cocok untuk mengemas produk yang memiliki jangka pendek, seperti susu.



### Gambar 2.3 Contoh Plastik HDPE

Sumber : Nurhenu,2013

## 2. Polyvinyl Chloride (PVC)

Jenis plastik ini memiliki karakteristik fisik yang stabil dan ketahanan terhadap bahan kimia, cuaca, sifat elektik dan aliran. Kekurangan dari jenis ini adalah bahan nya tidak dapat didaur ulang. Contohnya seperti pipa dan konstruksi bangunan.



### Gambar 2.4 Contoh Plastik PVC

Sumber : Nurhenu,2013

## 2. Low Density Polyethylene (LDPE)

Jenis material ini tidak dapat di hancurkan tetapi baik untuk tempat makanan. Pada suhu 60°C sangat resisten terhadap sebagian besar senyawa kimia, jenis LDPE digunakan sebagai tempat makan dan botol-botol yang lembek seperti madu.

### 3. Polypropylene (PP)

Jenis plastik ini mempunyai karekteristik tahan terhadap kimia, kecuali klorin, *xylene* dan bahan bakar, tahan terhadap air mendidih, sterilisasi dengan uap panas. Kegunaan sebagai tempat menyimpan obat dan botol minum untuk bayi



### Gambar 2.5 Contoh Plastik PP

Sumber : Nurhenu,2013

#### 4. Polystyrene (PS)

Jenis ini mempunyai sifat kekakuan dan kestabilan dimensi yang baik. Jenis ini biasa digunakan untuk makanan sekali pakai, kemasan, mainan, peralatan medis.







- d. Pada area halte pemberhentian bus diposisikan sejajar atau berdampingan bus dan ditempatkan didepan atau dibelakang bus.
- e. Trotoar dibangun sejajar dengan jalan. Keadaan topografi tidak memungkinkan trotoar tidak sejajar dengan jalan.
- f. Trotoar sedapat mungkin ditempatkan dalam saluran drainase terbuka atau drainase yang tertutup

## 2. Dimensi untuk Trotoar

- a. Jalur pejalan kaki disarankan memiliki lebar 2 meter. Pada keadaan tertentu lebar pada trotoar dapat direncanakan sesuai dengan batasan lebar minimum, yakni :

**Tabel 2.1** Lebar Minimum Trotoar


Penggunaan Lahan	Lebar Minimum (m)
Trowongan/jembatan	1,0
Perumahan	1,5
Perbelanjaan/pertokoan	2,0



genangan-genangan air pada hujan dan dapat mencegah terjadinya banjir. Dimensi minimal pada drainase yaitu tinggi 50 cm dan lebar 50 cm.

2. Jalur Hijau

Jalur hijau diletakkan pada jalur amenitas dengan lebar 150 cm dan bahan yang digunakan adalah tanaman peneduh.



**Gambar 2.7 Jalur Hijau**

Sumber : Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil Kementerian PUPR, 2018

Tata letak untuk drainase berdampingan atau dibawah dari ruang pejalan kaki. Drainase ini berfungsi sebagai jalur dan penampung aliran air yang ada pada ruang pejalan kaki. Adanya drainase genangan-genangan air pada hujan dan dapat mencegah terjadinya banjir. Dimensi minimal pada drainase yaitu tinggi 50 cm dan 50 cm.

Jalur hijau diletakkan pada jalur amenitas dengan lebar 150 cm dan bahan yang digunakan adalah tanaman peneduh.



Sumber : Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan  
dan Rekayasa Sipil Kementerian PUPR, 2018

Peletakkan lampu penerangan pada jalur amenitas, setiap peletakan lampu penerangan 10 meter dengan tinggi maksimal 4 meter, dan menggunakan bahan dengan durabilitas tinggi seperti material beton cetak dan metal.







## 7. Marka, Perambuan, Papan Informasi

Marka dan perambuan, papan informasi diletakan pada jalur amenitas, pada titik interaksi sosial, pada jalur dengan arus pedestrian padat, dengan besaran durabilitas tinggi, dan tidak menimbulkan efek silau.

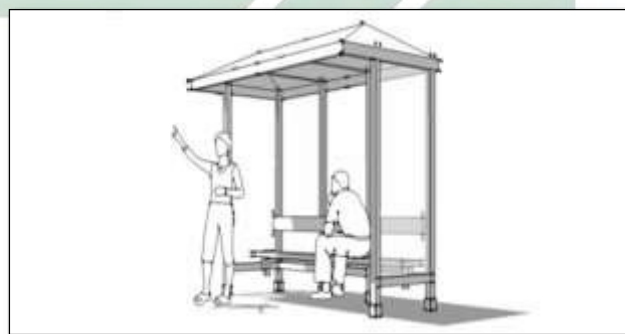


**Gambar 2.12 Rambu**

Sumber : Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan  
dan Rekayasa Sipil Kementerian PUPR, 2018

## 8. Halte

Peletakkan lapak tunggu atau bus pada jalur amenitas. Shelter harus diletakkan setiap radius 300 meter atau pada titik potensial kawasan, dengan besaran sesuai dengan kebutuhan, dan menggunakan bahan yang memiliki durabilitas tinggi seperti metal.



**Gambar 2.13 Halte**

Sumber : Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan  
dan Rekayasa Sipil Kementerian PUPR, 2018



Jenis Beton	$F_c'$ (MPa)	$\delta_{bk}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
			beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu Rendah	15 - < 20	K175 - < K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulang seperti beton siklop, trotoar dan pasang batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu
	10 - < 15	K125 - < K175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbun kembali dengan beton

### 2.8.1 Beton Berpori



**Gambar 2.14** Contoh Aplikasi Beton Berpori untuk Trotoar

Sumber : Dickyzen,2019

Beton berpori adalah beton yang memiliki pori-pori atau rongga pada strukturnya, sehingga memungkinkan cairan mengalir melalui rongga-rongga yang terdapat pada beton (Fitria,dkk,2013).

Penggunaan beton berpori dalam suatu konstruksi masih terbatas karena sifatnya yang berongga dan nilai kuat tekannya yang rendah. Dengan sifat-sifat tersebut, beton berpori lebih cocok digunakan untuk konstruksi yang non-struktural yang tidak membutuhkan beton bernilai kuat tinggi. Jenis struktur yang dapat digunakan adalah lapangan parkir, perkerasan lapisan atas untuk taman, lapangan tenis, tempat pejalan kaki dan juga perkerasan kaku untuk jalan lokal dengan intensitas lalu lintas yang rendah (Amoldus, 2012 ).

### 2.8.2 Kelebihan dan Kekurangan pada Beton Berpori

a. Kelebihan

1. Dapat mengurangi limpasan permukaan di suatu daerah  
Sebagai material konstruksi yang multifungsional beton berpori berfungsi sebagai komponen struktural yang dapat juga berfungsi sebagai saluran drainase air masuk ke dalam tanah sehingga dapat mengurangi limpasan permukaan.
2. Waktu pemeliharaan lebih lama  
Beton berpori memiliki pori-pori yang berfungsi mengalirkan air ke dalam tanah. Perawatan yang dilakukan pada beton



6. Beton berpori dapat didaur ulang  
Beton berpori yang telah mencapai umur rencana dapat didaur ulang menjadi material beton berpori yang baru.
7. Pemanfaatan lahan yang lebih efisien
8. Rongga yang terdapat pada beton berpori dapat mengurangi kebisingan suara yang ditimbulkan kendaraan.

b. Kekurangan pada Beton Berpori

1. Beton berpori memiliki kuat tekan yang sama dengan beton konvensional. Dengan begitu penggunaan beton berpori hanya diaplikasikan untuk trotoar, jalan lingkungan, dan jalan lokal perumahan.
2. Biaya instalasi untuk beton berpori relatif lebih mahal dibandingkan dengan beton biasa, karena dua hal yakni:
  - a. Perkerasan pada beton berpori membutuhkan

- 7. Pemanfaatan lahan yang lebih efisien
  - 8. Rongga yang terdapat pada beton berpori dapat mengurangi kebisingan suara yang ditimbulkan kendaraan
- Kekurangan pada Beton Berpori**
- 1. Beton berpori memiliki kuat tekan yang sama dengan beton konvensional. Dengan begitu penggunaan beton berpori hanya diaplikasikan untuk trotoar, jalan lokal perumahan, dan sebagainya.
  - 2. Biaya instalasi untuk beton berpori relatif lebih mahal dibandingkan dengan beton biasa, karena memerlukan peralatan khusus.

### 2.8.3 Material Penyusun Beton

## 1. Semen Portland

Menurut Tjokrodinuljo, K (1996) semen portland adalah semen hidrolis dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen ini berfungsi merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga antar butir agregat. Semen portland memiliki empat unsur penting, yakni:

1. Dikalsium silikat (C<sub>2</sub>S) atau 2CaO.SiO<sub>2</sub>.
2. Trikalsium aluminat (C<sub>3</sub>A) atau 3CaO.Ai<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
3. Trikalsium silikat (C<sub>3</sub>S) atau 3CaO.SiO<sub>2</sub>.
4. Tetrakalsium aluminoforit (C<sub>4</sub>AF) atau 4CaO.Ai<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Perubahan pada komposisi semen yang dilakukan dengan cara mengubah presentase empat komponen utama yang terdapat pada semen akan menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Berdasarkan SNI 0013-81 jenis semen di Indonesia yang disajikan pada tabel 2.3 sebagai berikut:

**Tabel 2.3 Jenis Semen Portland**

Jenis Semen	Karakteristik Pemakaian
Jenis I	Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain
Jenis II	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
Jenis III	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikat terjadi
Jenis IV	Dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah







1. Penggunaan agregat memiliki tekstur keras, kuat dan bersih. Agregat berasal dari pecahan batu atau koral dan dapat berasal dari pencucian (jika perlu) kerikil dan pasir sungai dan pengayakan.
2. Terbebas dari bahan organik yang sesuai dengan ketentuan pengujian SNI 03-2816-1992 dan memenuhi sifat-sifat lainnya. Tabel ketentuan disajikan pada tabel 2.5.

Sifat-Sifat	Metode Pengujian	Batas Maksimum
		Hasil Pengujian
Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles pada 500 putaran	SNI 03-2417-1991	100 %
Kekekalan Bentuk Batu terhadap	SNI 03-3407-1994	10% maksimum

	Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat setelah 5 siklus		sulfat 15% magn sulfat
	Gumpalan Lempung dan Partikel yang Mudah Pecah	SK SNI M-01-1994-03	3







(sumber: Pervious Concrete Pavements, Portland Cement Association,2009)



**Gambar 2.17** Campuran Adukan Beton kelebihan Air

(sumber: Pervious Concrete Pavements, Portland Cement Association,2009)

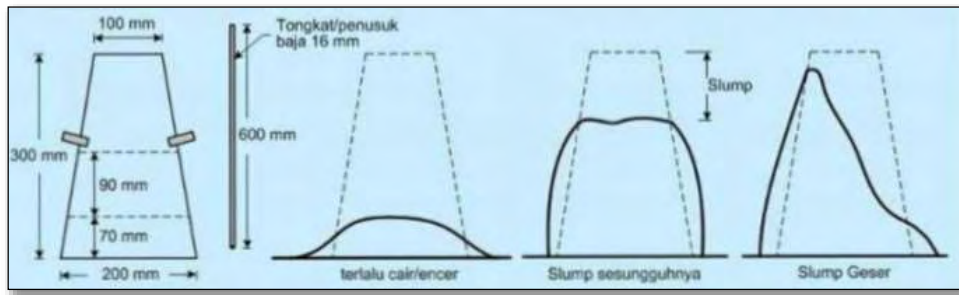


**Gambar 2.17** Campuran Adukan Beton kelebihan Air

(sumber: Pervious Concrete Pavements, Portland Cement Association, 2015)

(sumber: Pervious Concrete Pavements, Portland Cement Association, 2015)



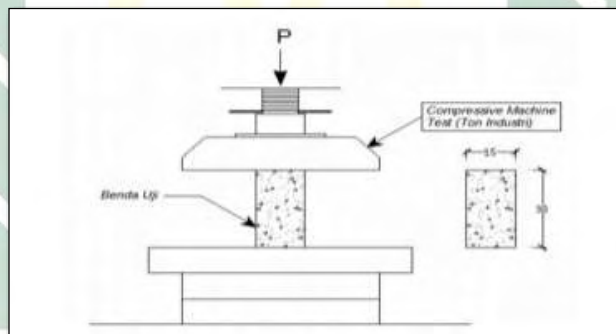


**Gambar 2.19** Kerucut Abraham dan Hasil Uji Slump

Sumber : Firdausia,2018

## 2.11 Kuat Tekan Beton Berpori

Berdasarkan ACI 522R-10 kuat tekan rata-rata beton berpori berkisar 2,8-28 Mpa. Kekuatan yang dimiliki beton berpori tergolong rendah bila dibandingkan dengan beton normal. Dengan begitu pengaplikasian beton berpori hanya cocok digunakan pada trotoar dan tempat parkir (Lius dan Amelia, 2015). Dalam melakukan pengujian kuat tekan, beton diberikan beban tekan tegak lurus luas penampang kubus atau silinder sampai terjadi keruntuhan dalam benda uji.



**Gambar 2.20** *Set Up* Pengujian Kuat Tekan Beton

Sumber : Azwanda,Samsunan dan Helba, 2017



- Memilih agregat dengan kualitas baik;
- Meningkatkan kekuatan lekatan antara agregat dengan pasta semen;
- Menambahkan unsur atau bahan tambahan pada adukan beton.

$$fc' = P/A \dots \dots \dots (2.1)$$

A = luas bidang tekan (cm<sup>2</sup>)

Pengujian serapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan menyerap air dan mengalirkannya agar tidak menjadi genangan pada tempat tertentu. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 Serapan air dapat dihitung dengan persamaan:

Mk = Massa sampel kering (gr)







## 2.14 Metode Pencampuran Bahan Pencampur Beton Berpori

Berdasarkan SNI 2493-2011 tentang tata cara pembuatan dan perawatan benda uji:

### a. Penimbangan Material

Menakar terlebih dahulu seluruh bahan yang akan digunakan dalam pembuatan beton sesuai dengan mix desain dan menimbang bahan-bahan agar sesuai dengan standar. Alat timbangan yang digunakan adalah timbangan digital. Penggunaan alat tersebut dapat meminimalisasi kesalahan dan angka yang ditunjukkan pada timbangan mendekati akurat dalam penakaran material.

### b. Pengadukan Beton

Dalam proses pengadukan beton menggunakan alat mesin pengaduk campuran beton. Berikut langkah-langkahnya:

- 1) Menyiapkan agregat yang akan diaduk
- 2) Masukkan agregat halus dan semen terlebih dahulu dan putar mesin pengaduk
- 3) Masukkan agregat kasar dan putar kembali sampai merata
- 4) Memasukkan air sedikit demi sedikit sampai 50% ke dalam mesin dan putar mesin
- 5) Setelah campuran terlihat kering, masukkan sisa air dan aduk kembali

### c. Pengujian Slump

- 1) Membasahi kerucut terpancung dan meletakkan di atas pelat baja
- 2) Menuangkan segera adukan beton ke dalam kerucut sebanyak tiga lapis
- 3) Padatkan setiap lapisan sebanyak 25 kali tusukan menggunakan tongkat penusuk
- 4) Setelah kerucut terisi penuh, ratakan permukaannya menggunakan tongkat penusuk
- 5) Lepaskan segera kerucut dari beton dengan mengangkatnya ke arah vertikal
- 6) Akan cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 detik tanpa gerakan horisontal;





## 2.17 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah ringkasan terdahulu yang berikaitan dengan pemanfaatan limbah botol plastik pada beton berpori yang disajikan pada tabel 2.6.

**Tabel 2.6** Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Judul Jurnal	Hasil Ringkasan
1	Pemanfaatan Limbah Plastik Bekas Untuk Bahan Utama Pembuatan Paving Block  Burhanuddin, Basuki, MRS Darmanijati (ITY) : 2018	Hasil penelitian paving block berbahan mineral, kantong plastik, dan tutup botol menunjukkan komposisi campuran terbaik dengan variasi 1 BM : 3KP : 2Tpdengan nilai rata-rata 9,43 Mpa.
2	Studi Alternatif Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Kemasan Air Mineral pada Campuran Beton  Indah Handayasari (STTPLN) : 2017	Hasil penelitian menunjukkan perhitungan nilai kuat tekan pada beton terjadi pada umur perawatan 28 hari dengan nilai sebesar 22,741 Mpa untuk campuran 5% cacahan limbah plastik kemasan mineral. Hal itu menunjukkan sesuai dengan mutu K225 fc' yang disyaratkan pada umur 28 hari adalah 22,5 Mpa.
3	Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral dan Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran Paving Block	Hasil penelitian penggunaan bahan substitusi 10% limbah botol plastik + 10% limbah kulit kerang dapat menaikkan kuat tekan pada umur 28 hari dengan nilai 12,8 Mpa yang termasuk kedalam mutu C yang digunakan



No	Judul Jurnal	Hasil Ringkasan
	Indah Handayasari, Gita Puspa,Desi Putri (STTPLN ) : 2018	untuk pejalan kaki sesuai dengan SNI.
4	Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe ( <i>High Density Polythylene</i> ) Sebagai Bahan Pembuatan <i>Paving Block</i> Kartika Indah Sari dan Ahmad Bima Nusa (UHM) : 2019	Hasil penelitian menunjukkan Kuat tekan yang dihasilkan oleh <i>paving block</i> berbahan limbah plastik rata-rata sebesar 20sedangkan <i>paving block</i> dengan bahan dasar semen dan pasir memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 40. <i>Paving block</i> berbahan pasir dan semen memiliki daya tahan terhadap tekanan lebih besar dibandingkan dengan paving block berbahan limbah plastik.
5	Studi Perbandingan Biaya Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur Metode Annual Worth Ratna Hapsari : 2011	Hasil penelitian menunjukkan perbandingan biaya perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur ditinjau dari umur rencana. Berdasarkan <i>Annual Worth</i> bila ditinjau dari umur rencana, Perkerasan Kaku lebih ekonomis bila dibandingkan dengan Perkerasan Lentur. Pada perkerasan kaku didapatkan biaya sebesar Rp. 142.232/m <sup>2</sup> , sedangkan pada perkerasan lentur didapat biaya yang lebih kecil yaitu Rp.184.471,-/m <sup>2</sup> . Perkerasan kaku lebih ekonomis

No	Judul Jurnal	Hasil Ringkasan
		karena mempunyai ongkos yang lebih kecil.
6	<p>Pembuatan Beton dengan Campuran Limbah Plastik dan Karakteristiknya</p> <p>Yessi Rismayasari, Utari dan Usman Santoso (USM) : 2012</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan penambahan limbah plastik jenis PP dengan variasi 0%,2%,4%,6%,8%,10% dari masa semen Portland tipe I Untuk penelitian selanjutnya jika ingin memperoleh beton yang memenuhi kriteria beton ringan menggunakan penambahan plastik lebih dari 6%</p>
7	<p>Desain Beton Berpori untuk Perkerasan Jalan yang Ramah Lingkungan</p> <p>Daryanto Ari Prabowo, Ary Setyawan, Kusno Adi Sambowo (USM) : 2013</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan nilai karakteristik beton berpori dengan variasi FAS 0,30 didapatkan kuat tekan 4,529 MPa, Beton berpori dengan FAS 0,35 didapatkan kuat tekan 5,190 MPa. Dari penelitian ini menyebutkan bahwa belum memenuhi syarat sebagai perkerasan jalan karena nilai kuat tekan tidak sesuai dengan yang diisyaratkan SNI yaitu sebesar 88,5 Mpa.</p>
8	<p>Analisis Campuran Beton Berpori Dengan Agregat Bergradasi Terpisah Ditinjau Terhadap Mutu Dan Biaya</p> <p>Herry Widhiarto dan Bambang Sujatmiko (UNTAG) : 2012</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan hasil nilai kuat tekan beton berpori dengan variasi BP-C sebesar 20,84 Mpa, lebih rendah dari beton normal pada umur 28 hari. Dari hasil itu menunjukkan mutu beton tidak mencapai kuat rata-</p>

No	Judul Jurnal	Hasil Ringkasan
		rata yang ditargetkan yakni 30 Mpa. Porositas dan resapan beton berpengaruh pada mutu beton, semakin besar nilai porositas menyebabkan meningkatnya resapan dan menurunnya mutu beton, begitu pula sebaliknya.
9	<p>Analisa Pengaruh Campuran Limbah Plastik Sebagai Beton Ringan</p> <p>Yudhis Tira Pradana (UMA) : 2019</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan berat silinder beton yang paling ringan terdapat pada kadar campuran PET 9% dari berat agregat halus. Secara lengkap terdapat dua hasil yaitu FAS 0,5 = 11041,40 gr dan FAS 0,6 = 10824,4 gr maka dapat dikatakan agregat halus PET mengurangi berat beton itu sendiri.</p> <p>Nilai kuat tekan beton ringan dengan campuran PET sebagai pengganti agregat halus menunjukkan kuat tekan benda uji silinder yang paling optimum pada variasi benda uji PET 3% pada FAS 0,5 dan variasi benda uji PET 0% pada FAS 0,6 yaitu Mpa dan 19,9 Mpa. Dapat disimpulkan bahwa pengaruh penambahan PET cenderung menambah kuat tekan beton dan pengaruh penambahan FAS</p>

No	Judul Jurnal	Hasil Ringkasan
		cenderung mengurangi nilai kuat tekan beton tersebut.
10	<p>Pengaruh Serat Polipropilen dalam Beton Berpori</p> <p>Arintha Indah Dwi Syafiarti (ITS) : 2015</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan Kuat tekan beton berpori tertinggi 11,7 MPa mampu dicapai oleh campuran dengan kadar serat polipropilen 0,6% dan CA/C4 dan eningkatkan kadar serat dalam campuran beton akan mengurangi ruang dari batu pecah, sehingga serta menyisip antara batu pecah menghalangi pasta semen sebagai pengikat antar batu pecah sehingga kuat tekan semakin menurun</p>
11	<p>The Use Of Polyethylene Terephthalate Waste For Modifying Asphalt Concrete Using The Marshall Test</p> <p>Olumide Moses, Slovak Journal Of Civil Engineering : (2019)</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan botol plastik PET sebagai pengubah untuk beton aspal. Penelitian ini menemukan bahwa PET dapat berhasil menggunakan untuk memodifikasi beton aspal.</p>
12	<p>Utilization of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) in Engineering Materials</p> <p>M.Sulyman, et all. International Journal of Environmental Science and Development : (2016)</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa plastik dan terutama jenis PET daur ulang dapat diterapkan untuk modifikasi jalan aspal dan beton.</p>
13	<p>Experimental Investigasi on the Properties of Concrete With Plstic PET</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan Beton dengan serat PET mengurangi berat beton dan demikian jika mortar dengan</p>

No	Judul Jurnal	Hasil Ringkasan
	<p>(Bottle) Fibres as Fine Aggregates</p> <p>K. Ramadevi and R.Manju, Departement of Civil Engineering, Kumaraguru College of Technology Coimbatore India : (2012)</p>	<p>serat plastik bisa dibuat menjadi beton ringan berdasarkan unit berat. kekuatan tekan meningkat hingga 2% penggantian agregat halus dengan serat botol PET dan secara bertahap menurun untuk penggantian 4% dan 6%.</p>
14	<p>Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles Waste as Fine Aggregate in Concrete</p> <p>Altamashuddinkan, et all (2019)</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan Botol PET yang tidak seragam, bersudut dan tajam untuk agregat mengurangi nilai penurunan dari campuran beton. nilai kuat tekan meningkat pada 5% hingga 10% dari penggantian dengan agregat dengan limbah botol PET dan berkurang untuk penggantian 15% dan 20%. Dari tinjauan diatas dapat dikatakan bahwa pemanfaatan jumlah botol PET yang sesuai sebagai pasir pengganti beton akan meningkatkan fisik dan kinerja bahan daur ulang beton dibandingkan dengan beton konvensional.</p>
15	<p>Utilization of Waste Plastic Bottles as Fine Aggregate in Concrete</p> <p>Sawsan, et all. University of Kufa : (2017)</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kuat tekan meningkat hingga 2,0% penggantian agregat halus dengan botol PET dan turun secara bertahap untuk 4,0% dan 8,0% penggantian.</p>





```

graph TD
    A([Mulai]) --> B[Studi Literatur]
    B --> C[Identifikasi Masalah]
    C --> D[Persiapan Material]
    D --> E[Pengujian Material]
    E --> F{Lulus Syarat SNI}
    F --> G[Perencanaan Campuran Beton]
    F --> H[Perawatan Sampel Uji]
    F --> I[Pengujian Sampel Uji  
(kuat tekan dan daya serap)]
    G --> J[Analisis dan Pembahasan]
    H --> J
    I --> J
    J --> K([Selesai])
    F --> B

```

### Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### 3.5 Tahapan Peneltian

### 3.5.1 Menentukan Metode

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian dan pengamatan pengujian kuat tekan dan daya serap air . Pengambilan data berupa sampel limbah botol plastik jenis PET. Pemanfaatan limbah botol plastik menjadi material pengurangan agregat halus.

### 3.5.2 Tahapan Persiapan

a. Studi Literatur

Dalam tahap ini dilakukan pencarian referensi dan riset yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilaksanakan.

b. Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini:

- ## 1. Neraca Ohaus Digitalz



### Gambar 3.3 Neraca Ohaus

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020

Neraca atau timbangan digunakan untuk menimbang berat dari agregat berdasarkan komposisi masing-masing. Neraca ini memiliki ketelitian 0,1 gr dan kapasitas 2000 gr.







### c. Persiapan Bahan

Berikut bahan material yang digunakan pada penelitian kuat tekan dan daya serap air beton berpori yaitu:

### 1. Semen Portland (Gresik)



**Gambar 3.10** Semen Portland  
Sumber : Dokumen Pribadi, 2020

Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah jenis PCC (Portland Composite Cement) Merek Semen Gresik memiliki massa jenis 2,8070 gram/cm<sup>2</sup>.

## 2. Agregat Halus



**Gambar 3.11** Agregat Halus

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020

Agregat halus yang digunakan berasal dari Kota Mojokerto, Jawa Timur. Agregat halus terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap kadar air, berat jenis, dan penyerapan alisa saringan, kadar lumpur. Berikut hasil pengujian disajikan pada tabel 3.3











a. Pengujian Kuat Tekan

Berikut langkah-langkah pengujian :

1. Melakukan pengukuran dimensi benda uji;
2. Melakukan peletakkan benda uji pada mesin uji kuat tekan dengan arah penekanan sesuai dengan arah tekanan pemakaian;
3. Melakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur;
4. Mencatat benda maksimum yang terjadi selama pengujian.

Rumus yang digunakan dalam pengujian kuat tekan yaitu :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$f_c'$  = kuat tekan (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban hancur (kg)

A = luas bidang tekan (cm<sup>2</sup>)

b. Pengujian Daya Serap Air

Tahap ini merupakan tahap melakukan pengujian tiap benda uji yang sudah dibuat untuk uji kuat tekan dan daya serap air

Berikut langkah-langkah pengujian :

- Rumus yang digunakan dalam pengujian kuat tekan yaitu:

Dimana :

A = luas bidang tekan ( $\text{cm}^2$ )

Berikut langkah-langkah pengujian:

- Rumus yang digunakan dalam pengujian daya serap air yaitu:





## HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan pada agergat halus dan agregat kasar dilakukan untuk menentukan pemeriksaan modulus kehalusan, kadar air, berat jenis, berat volume, kandungan zat organik pada agregat halus, presentase penyerapan dan kadar lumpur. Data pengujian agregat halus dan agregat kasar disajikan pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

**Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus**

No	Pengujian Agregat Halus	Hasil Pengujian
1	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)	2,65
2	Penyerapan	3,03%
3	Berat volume agregat	500 gr
4	Kadar lumpur agregat halus	70%
5	Kadar air agergat halus	0,10%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium,2020

Dari hasil uji kadar lumpur agregat halus tidak sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F maksimum 5% dikarenakan hasil kandungan sebesar 70% ( $> 5\%$ ), sehingga benda uji agregat halus tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.

**Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar**

No	Pengujian Agregat Kasar	Hasil Pengujian
1	Berat Jenis Kering Permukaan (SSD)	2,73
2	Penyerapan	1,28%
3	Berat volume agregat	3600 gr
4	Kadar lumpur agregat kasar	1%
5	Kadar air agergat kasar	0,15%
6	Kehausan	22,09%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium,2020

Dari hasil pengujian diketahui kadar lumpur agregat kasar sesuai dengan persyaratan yaitu sebesar 1%, untuk hasil penyerapan pada agregat kasar sesuai dengan persyaratan yakni dengan batas 3%. Menunjukkan bahwa agregat kasar sesuai dengan SK SNI15-1990-03.

## 4.2 Analisa Campuran Beton Normal

Dalam penelitian ini perencanaan mix desain beton berpori berdasarkan pada rencana beton normal menggunakan metode SNI-03-2834-2002. Perhitungan pada komposisi bahan penyusun beton dengan kuat rencana ( $f'c$ ) 20 Mpa. Dihasilkan komposisi proporsi untuk bahan penyusun material beton yang ada pada tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Komposisi Campuran Beton Normal Tiap m<sup>3</sup>

Variasi Beton	Semen (Kg)	Air (Liter)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)
Normal	358	198	693	1039

Sumber : Perhitungan Laboratorium, 2020

### 4.3 Kelecekan (*workability*)

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kelecakan pada beton dengan cara melakukan uji *slump*. *Slump* merupakan teknik untuk memantau homogenitas dan *workability* adukan beton segar dengan sesuatu kekentalan yang dinyatakan dengan nilai *slump*. Adukan beton dapat dikatakan mudah pengerjaannya apabila nilai *slump* masih dalam batas nilai *slump* yang direncanakan. Hasil pengujian *slump* disajikan pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian *Slump*

Variasi Beton	FAS	Nilai Uji Slump (cm)	Nilai Rencana Slump (cm)
Normal	0,53	14	15-20

Sumber : Perhitungan Laboratorium, 2020

Dalam ACI 522R-10 menyatakan bahwa faktor air semen yang baik untuk pembuatan beton berpori berkisar 0,26-0,45%

#### 4.4 Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui data beban maksimum yang mampu didukung silinder beton dengan menggunakan alat *Compressing Test Machine*.



**Gambar 4.1** Pengujian Kuat Tekan  
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020

Kuat tekan beton diperoleh dari perbandingan antara beban maksimum dengan luas penampang silinder beton. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh material pencampurannya, kualitas yang baik dari material campuran beton akan menghasilkan beton yang baik sesuai rencana. Faktor lain yang juga mempengaruhi yaitu pada proses pembuatan beton tersebut, mulai dari pencampuran, penuangan, pemadatan, dan perawatan beton.

Pengujian pada kuat tekan dilakukan terhadap 3 benda uji berupa silinder dengan ukuran 15x30 cm untuk tiap variasi campuran. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin tekan, besar nilai nya dihitung dengan menggunakan rumus 4.1

$$f c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (4.1)$$

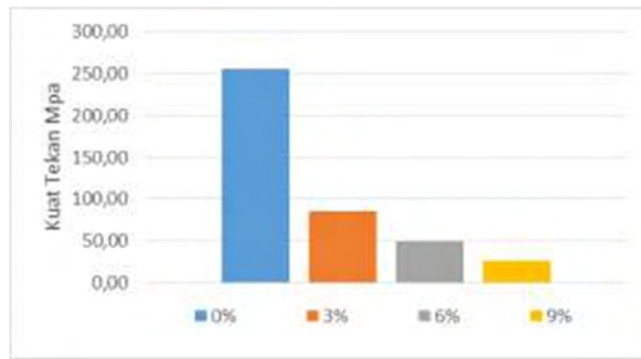
Dimana :

$$f_c' = \text{kuat tekan (kg/cm}^2\text{)}$$

P = beban hancur (kg)

A = luas bidang tekan (cm<sup>2</sup>)

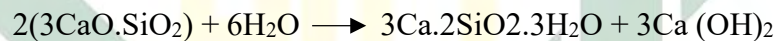




**Gambar 4.2** Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

Dari hasil percobaan dan analisa pada tabel 4.5 penurunan kuat tekan terjadi pada variasi 3%, 6% dan 9% . beberapa hal disebabkan tidak adanya metode atau perlakuan pada plastik sebelum dicampurkan dan perbedaan komposisi agregat halus dalam campuran beton akibat bertambahnya volume limbah plastik. Semakin besar selisih agregat halus maka semakin besar pula penurunan kuat tekan beton karena tidak terjadi *interlocking* yang sempurna antara partikel agregat halus dengan agregat kasar sehingga menyebabkan beton kurang padat akibat timbulnya ruang pori dalam beton.

Proses pembentukan padat pada beton terjadi karena semen berhidrasi. Proses hidrasi terjadi saat reaksi kimia antara partikel semen dan air menghasilkan pasta semen atau bahan pengikat, berikut reaksi hidrasi semen



Kalsium silikat (unsur utama semen) + air  $\longrightarrow$  kalsium silikat hidrat (bahan pengikat) + kapur bebas (pengisi pasif). Menurut penelitian ismail dan hashmi (2008) menunjukkan bahwa kuat tekan berkurang dengan meningkatnya presentase agregat plastik dalam beton. Pengurangan kekuatan tekan disebabkan oleh lemahnya kekuatan perekat antara agregat plastik dan pasta semen, karena hidrofobisitas plastik. Hannawai, dkk (2010) menyimpulkan bahwa celah besar pada zonta transisi antarmuka (ITZ) dalam beton dengan agregat plastik mengurangi kekuatan tekan beton.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Azwananda,dkk (2017) penggunaan bahan anorganik plastik terhadap beton normal tidak berpengaruh terhadap kuat tekan dan mengakibatkan penurunan terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Purwati (2014) untuk meningkatkan kuat tekan pada beton dapat dilakukan dengan pembuatan ekstra padat yang menggunakan gradasi agregat yang baik. Apabila agregat mempunyai ukuran







### Gambar 4.4 Pengovenan Beton

**Sumber :** Dokumentasi Pribadi, 2020

Setelah mengetahui hasil dari berat basah dan berat kering, perhitungan daya serap air dapat dihitung menggunakan rumus berdasarkan SNI 03-0691-1996

$$\text{Daya serap air} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots\dots\dots (4.2)$$

Dimana :

$M_b$  = Massa sampel basah (gr)

$M_k$  = Massa sampel kering (gr)

Sebagai contoh perhitungan pada benda uji 1 campuran 0 % dengan nilai

Massa sampel basah = 12559,9 gr

Massa sampel kering = 12520,1 gr

$$\text{Daya serap air} = \frac{12559,9 - 12520,1}{12520,1} \times 100\% = 0,32$$

Maka untuk benda uji 1 campuran 0% diperoleh hasil daya serap air sebesar 0,32%.

**Tabel 4.6 Hasil Uji Daya Serap Air**

Campuran	Benda Uji	Berat Basah	Berat Kering	Daya Serap Air	Rata-rata
0%	1	12559,9	12520,1	0,32	0,39
	2	12299,1	12243,6	0,45	
	3	12483,4	12434,4	0,39	
3%	1	10242,5	9981,2	2,62	2,46
	2	10258,5	10024,6	2,33	
	3	10483,4	10235,2	2,42	
6%	1	7673,3	7395,8	3,75	3,38
	2	8136,5	7860,6	3,51	
	3	9980,4	9701,2	2,88	



## 4.6 Porositas Beton

Porositas beton merupakan jumlah atau besarnya kadar pori yang terkandung dalam beton. Pori-pori beton tidak semuanya tertutup oleh pasta semen. pori tersebut biasanya berisi air atau terisi udara. Sumber utama terbentuknya rongga atau pori pada beton adanya gelembung udara yang

tertangkap dan air yang menguap. Beton yang kedap air, padat, dan kuat merupakan beton yang memiliki jumlah pori sedikit (Muhammad Yanuar,2011).



#### Gambar 4.6 Penimbangan Benda Uji

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 202



**Gambar 4.7** Pengukuran Benda Uji dalam Air

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020

Untuk perhitungan porositas benda uji dengan contoh benda uji 1 campuran 0% dengan menggunakan rumus

$$\text{Porositas} \frac{C-A}{C-B} \times 100\% \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana :

Berat benda uji kering oven (A) = 12520 gr



Temuan penelitian menyimpulkan bahwa porositas dan permeabilitas air beton dengan agregat plastik lebih tinggi daripada beton konvensional. Islam et al (2016) menyimpulkan bahwa ikatan lemah di ITZ antara pasta semen dan agregat plastik berkontribusi pada porositas dan permeabilitas yang lebih tinggi. Selama hidrasi semen, redistribusi kalsium-silikat-hidrat (CHS) memungkinkan pori-pori di ITZ sebagian terisi.

## 4.7 Berat Volume

**Tabel 4.8** Berat Volume Masing-Masing Benda Uji  
dan Berat Volume Rata-Rata Benda

Variasi Campuran	Jumlah Benda Uji	Berat Volume Rata-Rata (Kg/m <sup>3</sup> )
0%	3	2300
3%	3	2000
6%	3	1600
9%	3	1700

Hasil pada tabel 4.8 dapat dijelaskan bahwa berat volume beton normal sebesar 2300 kg/m<sup>3</sup> sedangkan untuk beton variasi 3% sebesar 2000 lebih kecil

nilainya bila dibandingkan dengan beton normal. Hal ini menunjukkan bahwa berat volume tidak mencapai berat volume padat beton normal yang sesuai dengan standar SNI 2002 yaitu  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

## 4.8 Biaya

Dari hasil analisa campuran, didapat proporsi campuran kebutuhan dalam 1 m<sup>3</sup> sebagai berikut pada 4.9.

**Tabel 4.9** Proporsi Campuran Beton Tiap m<sup>3</sup>

Variasi Beton	Semen (Kg)	Air (Liter)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)
Normal	358	198	693	1039

Sumber : Perhitungan Laboratorium, 2020

- |           |           |                          |                        |
|-----------|-----------|--------------------------|------------------------|
| a. Semen  | = 358 kg  | : 40 kg                  | = 9 Zak                |
| b. Pasir  | = 693 kg  | : 1400 kg/m <sup>3</sup> | = 0,50 m <sup>3</sup>  |
| c. Krikil | = 1039 kg | : 1450 kg/m <sup>3</sup> | = 0,72 m <sup>3</sup>  |
| d. Air    | = 1 kg    | : 1000 kg/m <sup>3</sup> | = 0,001 m <sup>3</sup> |

**Tabel 4.10** Volume Material untuk Beton Normal

Material	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Biaya
Semen	Zak	9	Rp52.500,00	Rp472.500,00
Pasir	m <sup>3</sup>	0,50	Rp250.000,00	Rp125.000,00
Krikil	m <sup>3</sup>	0,72	Rp400.000,00	Rp288.000,00
Air	m <sup>3</sup>	0,001	Rp30.000,00	Rp30,00
Plastik	m <sup>3</sup>	-	-	-
Jumlah				Rp885.530,00

## 1. Biaya Pembuatan Beton Campuran Plastik 3%

- |           |           |                          |                        |
|-----------|-----------|--------------------------|------------------------|
| a. Semen  | = 358 kg  | : 40 kg                  | = 9 Zak                |
| b. Pasir  | = 672 kg  | : 1400 kg/m <sup>3</sup> | = 0,48 m <sup>3</sup>  |
| c. Krikil | = 1039 kg | : 1450 kg/m <sup>3</sup> | = 0,72 m <sup>3</sup>  |
| d. Air    | = 1 kg    | : 1000 kg/m <sup>3</sup> | = 0,001 m <sup>3</sup> |



**Tabel 4.11** Volume Material untuk Beton Campuran Plastik 3%

Material	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Biaya
Semen	Zak	9	Rp52.500,00	Rp472.500,00
Pasir	m <sup>3</sup>	0,48	Rp250.000,00	Rp120.000,00
Krikil	m <sup>3</sup>	0,72	Rp400.000,00	Rp288.000,00
Air	m <sup>3</sup>	0,001	Rp30.000,00	Rp30,00
Plastik	m <sup>3</sup>	-	-	-
Jumlah				Rp880.530,00

2. Biaya Pembuatan Beton Campuran Plastik 6%

- a. Semen = 358 kg : 40 kg = 9 Zak
- b. Pasir = 651 kg : 1400 kg/m<sup>3</sup> = 0,47 m<sup>3</sup>
- c. Krikil = 1039 kg : 1450 kg/m<sup>3</sup> = 0,72 m<sup>3</sup>
- d. Air = 1 kg : 1000 kg/m<sup>3</sup> = 0,001 m<sup>3</sup>

**Tabel 4.12** Volume Material untuk Beton Campuran Plastik 6%

Material	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Biaya
Semen	Zak	9	Rp52.500,00	Rp472.500,00
Pasir	m <sup>3</sup>	0,47	Rp250.000,00	Rp117.500,00
Krikil	m <sup>3</sup>	0,72	Rp400.000,00	Rp288.000,00
Air	m <sup>3</sup>	0,001	Rp30.000,00	Rp30,00
Plastik	m <sup>3</sup>	-	-	-
Jumlah				Rp878.030,00

3. Biaya Pembuatan Beton Campuran Plastik 9%

- a. Semen = 358 kg : 40 kg = 9 Zak
- b. Pasir = 631 kg : 1400 kg/m<sup>3</sup> = 0,45 m<sup>3</sup>
- c. Krikil = 1039 kg : 1450 kg/m<sup>3</sup> = 0,72 m<sup>3</sup>
- d. Air = 1 kg : 1000 kg/m<sup>3</sup> = 0,001 m<sup>3</sup>

**Tabel 4.13** Volume Material untuk Beton Campuran Plastik 9%

Material	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Biaya
Semen	Zak	9	Rp52.500,00	Rp472.500,00
Pasir	m <sup>3</sup>	0,45	Rp250.000,00	Rp112.500,00
Krikil	m <sup>3</sup>	0,72	Rp400.000,00	Rp288.000,00
Air	m <sup>3</sup>	0,001	Rp30.000,00	Rp30,00
Plastik	m <sup>3</sup>	-	-	-
Jumlah				Rp873.030,00

Dari data tabel 4.9 sampai 4.13 diatas diketahui bahwa harga antara beton normal dan beton campuran plastik menghasilkan selisih yang sangat sedikit. Dalam kebutuhan 1 m<sup>3</sup> beton normal memerlukan biaya sebesar Rp885.530 untuk kebutuhan beton campuran plastik 3% memerlukan biaya sebesar Rp880.530 untuk beton campuran plastik 6% memerlukan biaya sebesar Rp878.030 dan untuk beton campuran plastik 9% memerlukan biaya sebesar Rp873.030.

#### 4.8.1 Perbandingan Biaya

Analisa yang dilakukan yaitu rekapitulasi harga satuan pekerjaan beton berpori dan biaya konvensional (normal) dari data RAB. Analisa dilakukan pada item pekerjaan yang nilainya tinggi sehingga dapat dilakukan analisa perbandingan. Berikut ini adalah ringkasan perbandingan biaya yang disajikan pada tabel 4.14

**Tabel 4.14** Perbandingan Biaya

Biaya Beton Normal	Beton Berpori	Selisih	Referensi
Rp885.530	Rp880.530	0,01%	Data Penelitian ini
Rp 645.925	Rp 567.057	0,12%	Herry dan Bambang, 2012
Rp 1.244.198	Rp 1.169.808	0,06%	Rochim.dkk, 2015

#### 4.9 Perspektif Islam pada Penelitian Sampah Botol PET

رَفَعَ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

**BAB V**  
**PENUTUP**

## 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Diperoleh hasil rata-rata nilai kuat tekan beton berpori campuran 3% sebesar 8,42 Mpa, campuran 6% sebesar 4,79 Mpa, campuran 9% sebesar 2,56 Mpa lebih rendah dari beton normal, Hal ini menunjukkan mutu beton tidak mencapai kuat tekan rata-rata yang direncanakan yaitu 20 MPa. Diketahui pada campuran 3% memiliki rata-rata kuat tekan 8,42 Mpa, berdasarkan hasil tersebut memenuhi nilai standar kuat tekan beton berpori sesuai dengan ACI 522R-10 untuk diaplikasikan pada trotoar.
2. Hubungan porositas dan daya serap air beton berpengaruh pada mutu beton, semakin besar nilai porositas akan meningkatkan nilai resapan yang dihasilkan, maka kuat tekan pada beton akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan pada hasil beton yang menggunakan 9% campuran plastik nilai porositas 7,39%, nilai resapan 4,25% dan kuat tekan sebesar 2,18 Mpa. Sedangkan untuk beton normal menghasilkan nilai porositas sebesar 2,71%, nilai resapan sebesar 0,32% dan menghasilkan kuat tekan sebesar 24,91 Mpa.
3. Biaya kebutuhan material beton berpori sebesar Rp880.530 lebih rendah jika dibandingkan dengan beton normal sebesar Rp885.530 berdasarkan berat volume beton.

## 5.2 Saran

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat direkomendasikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mencari substitusi tambahan material lainnya terutama dari bahan-bahan limbah. Sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.







- Nurahmi, O., & Anak Agung Gde Kartika. (2012). *Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Serta Analisis Ekonominya Pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung*. Jurnal Teknik Its Vol. 1.
- Ogundipe Olumide Moses. (2019). *The Use Polyethylene Terephthalate Waste For Modifying Asphalt Concrete Using The Marshall Test*. Slovak Journal Of Civil Engineering Vol. 27 No.2
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2014. (2014). *Tentang Pedoman Perencanaan, Penyediaan, dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan*
- Purwaningrum, P., (2016). *Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan*. Jtl Vol. 8 No. 2.
- Rangan, J. B. (2017). *Analisis Perbandingan Efisiensi Biaya Dan Metode Pelaksanaan Konstruksi Jalan Aspal Beton Dengan Rigid Beton*. Dynamic Saint.
- Sari, F. M., Ary Setyawan, & Kusno Adi Sambowo. (2013). *Tinjauan Durabilitas Beton Berpori Sebagai Perkerasan Jalan Yang Ramah Lingkungan*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Sari, K. I., & Ahmad Bima Nusa . (2019). *Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe (High Density Polythylene) Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block*. Buletin Utama Teknik Vol. 15, No. 1,.
- Shaikh Azmat, Et Al. (2017). *Use Of Plastic In Road Constuction*. Inernational Journal Of Advance Research And Development Vol. 2.
- Shofi, Ahmad. (2019). *Pemanfaatan Limbah Abu Ketel (Ash Boileer) Untuk Dinding Rumah Ramah Lingkungan*.
- SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*
- SNI 03-0691-1996. (1996). *Bata Beton (Paving Block)*
- SNI2493:2011. (2011). *Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*
- SNI 7656:2012. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*
- Said, A. S. (2012). *Fiqih Penanggulangan Sampah Plastik*.
- Supratikno & Ratnanik. (2019). *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton*. Vol. 06 No.1
- Surono, U. B. (2013). *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik*. Jurnal Teknik Vol.3 No.1.

- Surono, U. B., & Ismanto. (2016 ). *Pengolahan Sampah Plastik Jenis Pp, Pet Dan Pe Menjadi Bahan Bakar Minyak Dan Karakteristiknya*. Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal (Jmst), 32-37.
- Suwarno, A., & Sudarmono. (2015). *Kajian Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Campuran Agregat Beton*. Wahana Teknik Sipil Vol. 20 No. 1 , 1-10.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. JURUSAN TEKNIK SIPIL. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18.(2008). *Tentang Pengelolaan Sampah*.
- Wahyudi Jatmiko, dkk. (2018). *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif*. Jurnal Litbang Vol. XIV No. 1.
- Widyastuti Sri, dkk. (2013). *Desain Aspal Porus Menggunakan Gravel Bergradasi Seragam yang Ramah Lingkungan*. e-Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Yusrianti, Noverma, & Oktavia Elok Hapsari. (2019). *Analisis Sifat Fisis Penyerapan Air Pada Paving Block dengan Campuran Variasi Limbah Abu Ketel dan Limbah Botol Plastik*. Al-Ard:Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 5 No.1 hal. 01-08
- Z.Z Ismail and E. A.Al-Hashmi. (2008). *Use of Waste Plastic in Concrete Mixture as Aggregate Replacement*. Waste Management, Vol 28, No. 11